

MODIFIKASI PERENCANAAN PERKANTORAN MNC TOWER SURABAYA DENGAN MENGUNAKAN BAJA-BETON KOMPOSIT

Cintantya Budi Casita¹⁾, I Gusti Putu Raka²⁾ dan Soewardodo²⁾

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

E-mail: cintantyabc@gmail.com

Abstrak— Perkantoran MNC Tower Surabaya merupakan perkantoran yang terdiri dari 12,5 lantai dan 1,5 basement yang pada awalnya didesain dengan menggunakan struktur beton bertulang. Perencanaan sebelumnya didesain dengan ukuran kolom dan balok yang relatif besar, sehingga menambah berat sendiri dan akan membebani pondasi. Dengan alasan tersebut, perlu diupayakan perampingan konstruksi strukturnya yaitu dengan memodifikasi struktur bangunan tersebut dengan menggunakan struktur beton komposit.

Untuk penyelesaiannya akan dilakukan perancangan dimensi struktur komposit dan kemudian dilakukan analisa struktur dengan menggunakan program SAP2000 untuk mendapatkan dimensi struktur yg optimal.

Tujuan dari Tugas akhir ini adalah menghasilkan perencanaan struktur gedung komposit baja-beton yang rasional dengan memenuhi persyaratan keamanan struktur berdasarkan SNI 03-2847-2013, SNI 03-1729-2002, SNI 03-1726-2012, dan PPIUG 1983.

Kata Kunci — baja-beton, komposit, perkantoran

I. PENDAHULUAN

terbatasan lahan merupakan salah satu alasan mengapa Kgedung-gedung bertingkat sangat dibutuhkan. Semakin tinggi suatu gedung, maka semakin besar kekuatan dan beban yang dipikulnya. Sehingga waktu pengerjaan yang dibutuhkan juga akan semakin lama. Dan gedung perkantoran MNC Tower merupakan salah satu dari gedung perkantoran bertingkat yang ada di Surabaya.

Gedung ini terdiri dari 12,5 lantai dan 1,5 basement, dimana disetiap lantainya terdapat ruangan dengan bentang balok terpanjang, yaitu sepanjang 7,8 meter. Bangunan perkantoran ini secara keseluruhan dibangun dengan menggunakan elemen struktur beton bertulang. Untuk mendapatkan kinerja struktur yang lebih baik dan lebih efektif dalam meningkatkan kapasitas pembebanan dan kekakuan bangunan tersebut, maka elemen struktur beton bertulang direncanakan dengan menggunakan struktur beton komposit.

Perumusan Masalah

Permasalahan Utama

Bagaimana merencanakan modifikasi gedung perkantoran MNC Tower dengan menggunakan struktur komposit?

Detail Permasalahan

1. Bagaimana menentukan *Preliminary design* penampang elemen struktur gedung perkantoran MNC Tower?
2. Bagaimana merencanakan struktur sekunder yang meliputi pelat, balok anak, balok penggantung lift, dan tangga?
3. Bagaimana memodelkan dan melakukan analisis struktur dengan program bantu SAP 2000?
4. Bagaimana merencanakan struktur primer komposit yang meliputi balok induk dan kolom?
5. Bagaimana merencanakan sambungan?
6. Bagaimana merencanakan pondasi sesuai dengan keadaan tanahnya?
7. Bagaimana mengilustrasikan hasil perencanaan struktur dalam gambar teknik?

Batasan Masalah

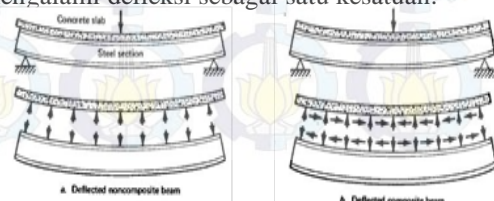
Agar permasalahan tidak melebar, maka dalam Tugas Akhir ini penulis membatasi permasalahan pada :

1. Tidak menghitung analisa biaya dan tidak membahas metode pelaksanaan.
2. Tidak meliputi utilitas bangunan, mechanical, instalasi listrik, sanitasi, plumbing, dan finishing.
3. Tidak menghitung rembesan air dan kontrol kelongsoran pada basement.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Aksi Komposit

Pada struktur komposit akan terjadi aksi komposit. Aksi komposit terjadi apabila dua batang struktural pemikul beban, seperti pada pelat beton dan balok baja sebagai penyangganya, dihubungkan secara menyeluruh dan mengalami defleksi sebagai satu kesatuan.

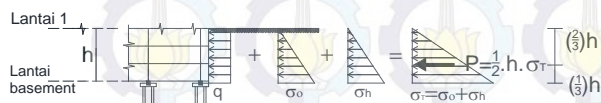


Gambar 1. Perbandingan antara balok yang melendut dengan dan tanpa aksi komposit

Pada balok komposit, pada bidang pertemuan antara pelat beton dan balok baja dipasang alat penghubung geser sehingga pelat beton dan balok baja bekerja sebagai satu kesatuan. Pada bidang kontak tersebut bekerja gaya geser vertikal dan horizontal. Gaya geser horizontal tersebut akan menahan perpanjangan serat bawah pelat dan perpindahan serat atas balok baja. Pada balok nonkomposit, hanya bekerja gaya vertikal saja.

Struktur Basement

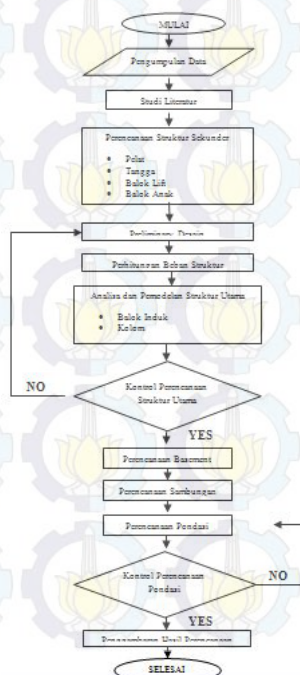
Perencanaan dinding *basement* dapat juga difungsikan sebagai dinding penahan tanah. Karena lantai *basement* berada di dalam tanah, maka dinding *basement* mengalami tegangan tanah dan tegangan akibat air tanah arah horizontal.



Gambar 2 Tegangan yang terjadi pada dinding basement

III. METODOLOGI

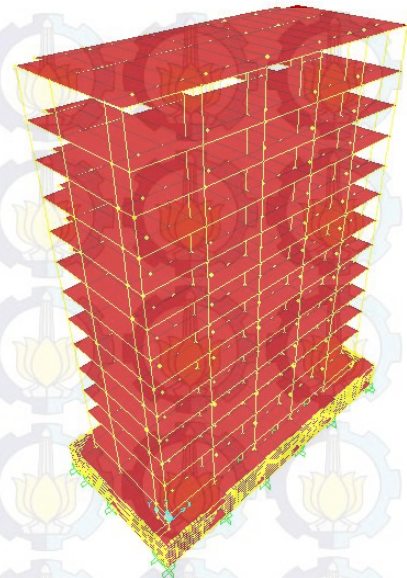
Tahapan pengerjaan tugas akhir ini adalah pengumpulan data-data berupa data umum bangunan dan data tanah. Kemudian dilanjutkan dengan studi literatur yang berhubungan dengan tugas akhir yakni berupa pencarian referensi dan peraturan-peraturan yang berkaitan dengan tugas akhir. Selanjutnya melakukan *preliminary design* dan menghitung pembebanan. Kemudian melakukan pemodelan dan analisa struktur. Selanjutnya dilakukan kontrol terhadap dimensi. Dilakukan *design* ulang jika seandainya kontrol dimensi tidak memenuhi. Jika telah memenuhi, dilanjutkan dengan tahapan penggambaran dengan menggunakan AutoCad.



Gambar 3 Metodologi Tugas Akhir

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

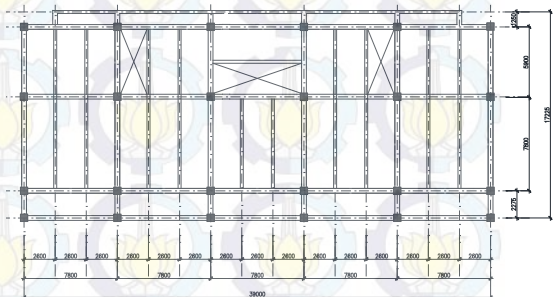
Gambar 4 Pemodelan struktur



A. Data gedung

Data umum bangunan

1. Nama Gedung : Perkantoran MNC Tower
2. Lokasi : Surabaya, Jawa Timur
3. Fungsi : Perkantoran
4. Jumlah lantai : 12,5 lantai
5. Tinggi Gedung : 1,5 meter
6. Struktur Utama : Komposit Baja-Beton



Gambar 3. Denah Struktur Perkantoran MNC Tower

B. Struktur Sekunder

1. Pelat lantai dan atap

Berdasarkan tabel perencanaan praktis untuk bentang menerus dengan tulangan negatif tanpa penyangga, didapatkan data-data sebagai berikut:

Bentang = 2.6 m

Beban berguna = 200 kg/m²

Tebal pelat beton = 9 cm

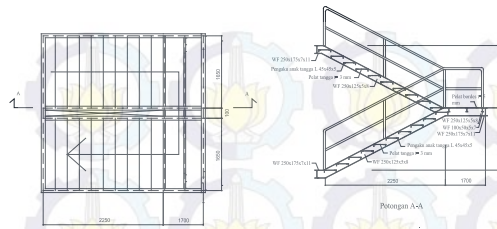
Tulangan negatif = 1.87 cm²/m

Dipasang tulangan negatif Ø 8 – 250



Gambar 3. Penulangan Pelat Lantai

2. Tangga



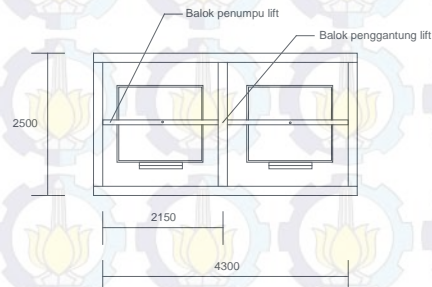
Gambar 5 Perencanaan Tangga

- Tinggi antar lantai : 400 cm
- Tinggi bordes : 200 cm
- Tinggi injakan (t) : 17 cm
- Lebar injakan (i) : 30 cm
- Jumlah tanjakan ($\sum t$) : 12 buah
- Jumlah injakan ($\sum i$) : 12-1=11 buah
- Lebar bordes : 170 cm
- Panjang bordes : 340 cm
- Lebar tangga : 165 cm
- Sudut kemiringan (α) : 29,54°

Direncanakan profil balok utama tangga dengan WF 250x125x5x8

Direncanakan profil balok penumpu tangga dengan WF 250x175x7x11

3. Lift



Gambar 6 Denah Lift

- Tipe lift : Penumpang
- Merk : Sigma
- Kapasitas : 15 orang/1000 kg
- Lebar pintu (opening width) : 900 mm
- Dimensi sangkar (car size) :
- Outside : 1650 x 1665 mm²
- Inside : 1600 x 1500 mm²
- Dimensi ruang luncur : 4300 x 2150 mm²
- Beban reaksi ruang mesin :
- $R_1 = 6150$ kg (berat mesin penggerak + beban kereta + pelengkap)
- $R_2 = 4600$ kg (berat bandul pemberat + perlengkapan)

Direncanakan profil balok lift penggantung dengan WF 350 x 250 x 8 x 12

Direncanakan profil balok lift penumpu dengan WF 350 x 250 x 9 x 14

C. Struktur Primer

Kontrol waktu getar alami fundamental (T)

Struktur perkantoran MNC Tower memiliki tinggi struktur 57 m. Pada struktur ini digunakan tipe struktur rangka baja pemikul momen sehingga pada tabel 15 SNI 03-1726-2012 didapatkan nilai :

$$C_t = 0.0724$$

$$x = 0.8$$

$$h_n = 57 \text{ m}$$

maka :

$$T = 0.0724 \times 57^{0.8} = 1.84 \text{ s}$$

Nilai C_u didapat dari tabel 14 SNI 03-1726-2012, untuk nilai $S_{DI} = 0.497$, maka :

$$C_u \cdot T = 1.4 \times 1.84 = 2.57 \text{ s}$$

Dari hasil analisis SAP 2000 didapat $T = 2.39 \text{ s}$

Maka berdasarkan kontrol waktu getar alami fundamental nilai T masih lebih kecil dari $C_u \times T$. Jadi analisis struktur perkantoran MNC Tower masih memenuhi syarat SNI 03-1726-2012 Pasal 7.8.2.

Simpangan antar lantai

Pembatasan simpangan antar lantai suatu struktur bertujuan untuk mencegah kerusakan non-struktur dan ketidaknyamanan penghuni.

Berdasarkan SNI 03-1726-2012 Pasal 7.9.3 untuk memenuhi persyaratan simpangan digunakan rumus :

$$\Delta_i \leq \Delta_a$$

Dimana :

Δ_i = Simpangan yang terjadi

Δ_a = Simpangan ijin antar lantai

Tabel 1 Kontrol Simpangan Akibat Beban Gempa Ex

Lantai	Tinggi Lantai	Gempa Arah X				Ket
	Zi	Simpangan Arah X				
	(m)	Δ (mm)	δ_{ei} (mm)	δ_i (mm)	Δ_a (mm)	
13	52.5	47.49	1.56	7.02	100	OK
12	47.5	45.93	1.71	7.70	80	OK
11	43.5	44.22	2.27	10.22	80	OK
10	39.5	41.95	2.82	12.69	80	OK
9	35.5	39.13	3.36	15.12	80	OK
8	31.5	35.77	3.85	17.33	80	OK
7	27.5	31.92	4.32	19.44	80	OK
6	23.5	27.60	4.75	21.38	80	OK
5	19.5	22.85	5.11	23.00	80	OK
4	15.5	17.74	5.37	24.17	80	OK
3	11.5	12.37	5.34	24.03	80	OK
2	7.5	7.03	6.39	28.77	120	OK
1	1.5	0.637	0.58	2.60	3	OK
0	0	0.060	0.04	0.16	6	OK
-1	-1.5	0.025	0.03	0.11	6	OK
-2	-4.5	0	0	0	0	OK

Tabel 2 Kontrol Simpangan Akibat Beban Gempa Ey

Lantai	Tinggi Lantai	Gempa Arah Y				Ket
	Zi	Simpangan Arah Y				
	(m)	Δ (mm)	δ_{ei} (mm)	δ_i (mm)	Δ_a (mm)	
13	52.5	51.08	2.81	12.65	100	OK
12	47.5	48.27	2.63	11.84	80	OK
11	43.5	45.64	3.07	13.82	80	OK
10	39.5	42.57	3.49	15.71	80	OK
9	35.5	39.08	3.85	17.33	80	OK
8	31.5	35.23	4.20	18.90	80	OK
7	27.5	31.03	4.48	20.16	80	OK
6	23.5	26.55	4.74	21.33	80	OK
5	19.5	21.81	4.94	22.23	80	OK
4	15.5	16.87	5.04	22.68	80	OK
3	11.5	11.83	5.00	22.50	80	OK
2	7.5	6.83	6.12	27.54	120	OK
1	1.5	0.71	0.59	2.65	3	OK
0	0	0.122	0.07	0.32	6	OK
-1	-1.5	0.051	0.05	0.23	6	OK
-2	-4.5	0	0	0	0	OK

Kontrol Partisipasi Massa

Menurut SNI 1726 ps 7.9.1, bahwa perhitungan respon dinamik struktur harus sedemikian rupa sehingga partisipasi massa ragam terkombinasi paling sedikit sebesar 90% dari massa aktual dari masing-masing arah

Tabel 3 Rasio Partisipasi Massa Perkantoran MNC Tower

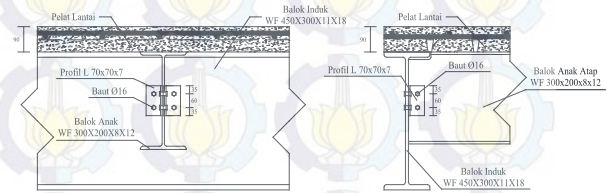
Output Case	Step Type	Step Num	Sum UX	Sum UY	Sum UZ
Text	Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0.529	0.000004	0.0000000062
MODAL	Mode	2	0.529	0.540	0.00001626
MODAL	Mode	3	0.552	0.540	0.00001626
MODAL	Mode	4	0.614	0.540	0.00001626
MODAL	Mode	5	0.614	0.620	0.00007411
MODAL	Mode	6	0.616	0.620	0.00007411
MODAL	Mode	7	0.639	0.620	0.00007411
MODAL	Mode	8	0.639	0.645	0.00009846
MODAL	Mode	9	0.640	0.645	0.00009849
MODAL	Mode	10	0.652	0.645	0.00009863
MODAL	Mode	11	0.652	0.658	0.0002172
MODAL	Mode	12	0.657	0.658	0.0002772
MODAL	Mode	13	0.657	0.666	0.0003683
MODAL	Mode	14	0.662	0.666	0.0005753
MODAL	Mode	15	0.662	0.673	0.002522
MODAL	Mode	16	0.676	0.673	0.002872
MODAL	Mode	17	0.677	0.685	0.007457
MODAL	Mode	18	0.677	0.887	0.008554
MODAL	Mode	19	0.944	0.887	0.008596

MODAL	Mode	20	0.944	0.983	0.011
-------	------	----	-------	-------	-------

Dari tabel di atas didapat partisipasi massa arah X sebesar 94.4% pada moda ke 19 dan partisipasi massa arah Y sebesar 98.3% pada moda ke 20. Maka dapat disimpulkan analisis struktur yang sudah dilakukan telah memenuhi syarat yang terdapat pada SNI-03-1726-2012 pasal 7.9.1 yaitu partisipasi massa ragam terkombinasi paling sedikit sebesar 90%.

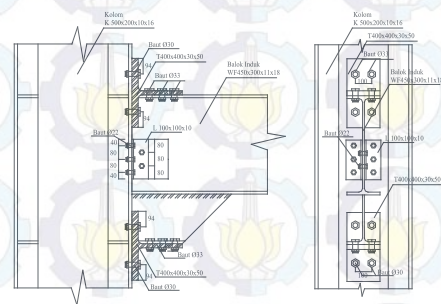
D. Sambungan

1. Sambungan antara balok anak dengan balok induk



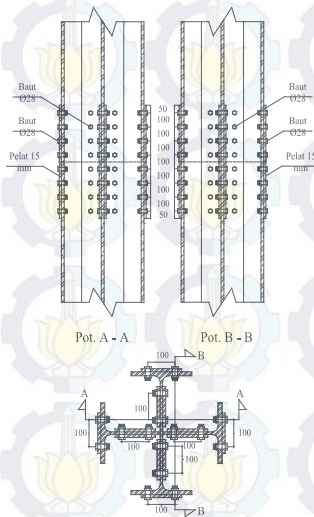
Gambar 7 Sambungan balok induk dengan balok anak

2. Sambungan antara balok induk dengan kolom



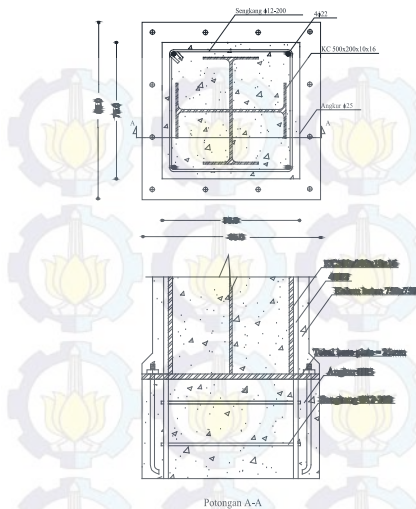
Gambar 8 Sambungan antara balok induk dengan kolom

3. Sambungan antara kolom komposit dengan kolom komposit



Gambar 9 Sambungan antara kolom komposit dengan kolom komposit

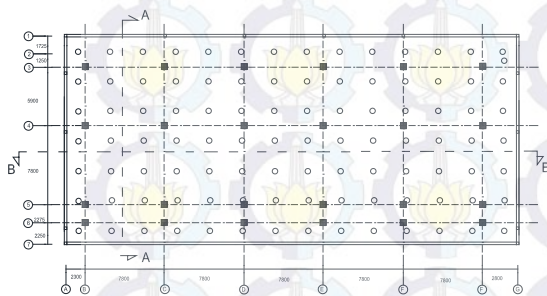
4. Sambungan antara kolom komposit dengan baseplate



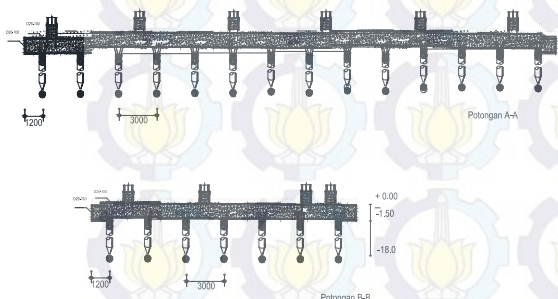
Gambar 10 Sambungan antara kolom komposit dengan baseplate

E. Pondasi

Pondasi direncanakan menggunakan tiang pancang beton dari WIKA dengan diameter tiang 600 mm, perencanaan pondasi menggunakan data SPT terlampir.



Gambar 11 Denah pondasi tiang pancang



Gambar 12 Detail pondasi tiang pancang

V. KESIMPULAN

Dari hasil analisa dan perhitungan pada tugas akhir ini, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Dilakukan perhitungan struktur sekunder terlebih dahulu seperti perhitungan tangga, pelat lantai, dan balok anak terhadap beban-beban yang bekerja baik beban mati, beban hidup maupun beban terpusat.
2. Dilakukan kontrol terhadap balok utama pada kondisi sebelum komposit dan kondisi setelah komposit. Kontrol yang dilakukan meliputi :

kontrol lendutan, kontrol penampang (local buckling), kontrol lateral buckling dan kontrol geser.

3. Dilakukan kontrol kekuatan struktur kolom komposit yang meliputi kontrol luas minimum beton pada kolom komposit, perhitungan kuat tekan aksial kolom, perhitungan kuat lentur kolom, dan kontrol kombinasi aksial dan lentur.
4. *Rigid connection* digunakan untuk sambungan antara balok-kolom. *Simple connection* digunakan pada sambungan balok anak dengan balok induk.
5. Dimensi - dimensi dari struktur yang digunakan adalah sebagai berikut :
 - Dimensi kolom komposit
 - Profil : K 500x200x10x16
 - Beton : 750x750
 - Profil balok induk komposit: WF 350x250x8x12
 - Profil balok anak : WF 250x175x7x11
 - Profil balok lift
 - Balok penggantung : WF 350x250x8x12
 - Balok Penumpu : WF 350x250x9x14
 - Profil balok tangga
 - Utama : WF 250x125x5x8
 - Penumpu : WF 1250x175x7x11
6. Struktur bangunan bawah menggunakan pondasi dalam berupa tiang pancang berdiameter 60 cm sedalam 18 meter.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amon, Rene., Bruce Knobloch., dan Atanu Mazumder. 1999. Perencanaan Konstruksi Baja Untuk Insinyur dan Arsitek 2. Jakarta : PT. Pradinya Paramita.
- [2] Badan Standarisasi Nasional. SNI 03-1726-2010 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.
- [3] Badan Standarisasi Nasional. SNI 03-1727-1989 Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung. Pedoman Perencanaan.
- [4] Badan Standarisasi Nasional. SNI 03-1729-2002 Tata Cara Perhitungan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung.
- [5] Badan Standarisasi Nasional. SNI 03-2847-2002 Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung.
- [6] Gunawan, Ir, Rudy. 1990. Tabel Profil Konstruksi Baja. Yogyakarta : Penerbit Kanisius.
- [7] G. Salmon, Charles & John E. Johnson. 1991. Struktur Baja Desain Dan Prilaku Jilid 1 Edisi Kedua. Diterjemahkan oleh Ir. Wira M.S.CE. Jakarta : Erlangga.
- [8] ILT Learning. 2008. SAP2000 Versi 10. Jakarta : Elex Media Komputindo.
- [9] Marwan dan Isdarmanu. 2006. Buku Ajar: Struktur Baja I. Surabaya: Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS.
- [10] "Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung Menggunakan LRFD", Laboratorium Mekanika Struktur Pusat Penelitian Antar Universitas Bidang Ilmu Rekayasa Institut Teknologi Bandung, Bandung, Juli 2000.

Keterangan:

- ¹⁾ : Mahasiswa
- ²⁾ : Dosen